

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 36 09 599.0  
②2 Anmeldetag: 21. 3. 86  
④3 Offenlegungstag: 24. 9. 87

Behördenamt

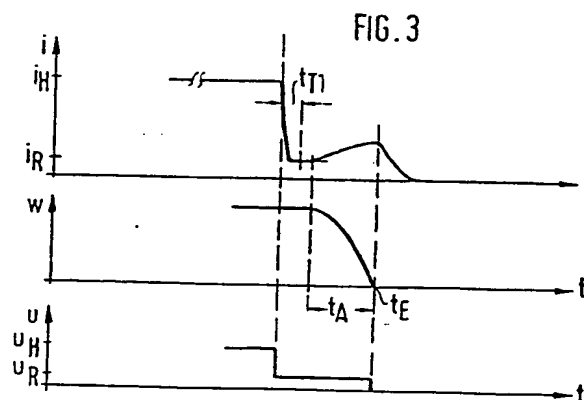
DE 3609599 A1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Linder, Ernst, Dipl.-Ing., 7130 Mühlacker, DE;  
Rembold, Helmut, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE;  
Teegen, Walter, 7050 Waiblingen, DE

⑤4 Verfahren zur Steuerung der Entregungszeit von elektromagnetischen Einrichtungen, insbesondere von elektromagnetischen Ventilen bei Brennkraftmaschinen

Bei einem Verfahren zur Steuerung der Entregungszeit von elektromagnetischen Einrichtungen, insbesondere von elektromagnetischen Ventilen bei Brennkraftmaschinen wird der Erregungsstrom  $i = i(t)$  ausgehend von einem hohen Haltestromwert für eine bestimmte Zeitdauer nicht auf Null oder sogar einen negativen Wert, sondern auf einen im positiven Bereich unterhalb des Haltestroms liegenden Wert abgesenkt. Aufgrund der dadurch im Erregungskreis entstehenden charakteristischen Strom- und/oder Spannungswerte können Öffnungsanfang und Öffnungsende der Ventilsadel des elektromagnetischen Ventils besonders genau ermittelt und für eine optimale Beeinflussung der Arbeitsweise der Brennkraftmaschine berücksichtigt werden (Figur 3).



DE 3609599 A1

1. Verfahren zur Steuerung der Entregungszeit von elektromagnetischen Einrichtungen, insbesondere von elektromagnetischen Ventilen bei Brennkraftmaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß der Erregungsstrom der elektromagnetischen Einrichtung ausgehend von einem dem Haltestrom entsprechenden hohen Wert innerhalb der Dauer eines für die Öffnung des Ventils vorgesehenen Zeitabschnitts zumindest zeitweilig auf einen unterhalb des Haltestromniveaus liegenden niedrigeren jedoch positiven Wert gesenkt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Erregungsstrom für die Dauer einer Ausschalttotzeit auf einen niedrigeren Wert abgesenkt wird, wobei als Ausschalttotzeit die Zeitdauer zwischen der Ausschaltimpulsflanke und dem Öffnungsbeginn der Ventilmadel des Ventils definiert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Erregungsstrom ausgehend vom Niveau des Haltestroms zunächst auf Null abgesenkt und dann innerhalb eines das Öffnungsende der Ventilmadel enthaltenden Zeitabschnitts wieder auf einen höheren jedoch unterhalb des Haltestroms liegenden Wert angehoben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Erregungsstrom ausgehend vom Niveau des Haltestroms zunächst auf einen niedrigen positiven Wert abgesenkt und in einem zweiten Zeitabschnitt im wesentlichen auf diesem Niveau gehalten, anschließend abgesenkt und während eines vierten Zeitabschnitts wieder auf einen unterhalb des Haltestromniveaus liegenden positiven Wert angehoben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mit charakteristischen Punkten der Bewegungskurve ( $w = w(t)$ ) der Ventilmadel verknüpften Strom- und/oder Spannungswerte, die beim Ansteuern des elektromagnetischen Ventils mittels einer Endstufe auftreten, einer Auswerteschaltung zugeleitet werden, die aus den ihr zugeleiteten Strom- und/oder Spannungswerten charakteristische Punkte der Wegekurve ( $w = w(t)$ ) der Ventilmadel ermittelt und die ermittelten Werte zum Vergleich mit dort abgespeicherten Sollwerten einem Kennfeld zuführt.

6. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein Kennfeld umfaßt, in dem vorgegebene Sollwerte charakteristischer Punkte der Wegekurve der Ventilmadel des elektromagnetischen Ventils abgespeichert sind und das abhängig von erfaßten Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine ein Ansteuersignal abgibt, das einer Endstufe zugeführt wird, die das elektromagnetische Ventil erregt, und daß eine Auswerteschaltung vorgesehen ist, die bei Erregung bzw. Entregung des elektromagnetischen Ventils auftretende Strom- und/oder Spannungswerte erfaßt, daraus charakteristische Werte der Wegekurve der Ventilmadel ermittelt und diese zwecks Vergleich mit den abgespeicherten Sollwerten dem Kennfeld zuleitet.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung weiter derart mit dem Kennfeld verbunden ist, daß auch

der Auswerteschaltung das vom Kennfeld zur Ansteuerung der Endstufe abgegebene Ansteuersignal zuleitbar ist und zwar derart, daß die Auswerteschaltung vorzugsweise lediglich während eines vorgebbaren Zeitfensters (Zeitintervall) aktivierbar ist.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 und 7, gekennzeichnet durch einen ersten Filter ( $F1$ ), der lediglich die Anstiegsflanke des Ansteuerimpulses ( $43$ ) für das elektromagnetische Ventil ( $42$ ) zum Nullsetzen an zwei Schmitt-Trigger ( $TR1$ ,  $TR2$ ) sowie zwei Zähler ( $Z1$ ,  $Z2$ ) leitet und einen zweiten Filter ( $F2$ ), der lediglich die Abstiegsflanke des Ansteuerimpulses ( $43$ ) zu einer ersten bistabilen Kippstufe ( $K1$ ) leitet, deren Ausgangssignal einerseits über einen Schalter ( $S2$ ) die Resterregungsspannung ( $u_R$ ) an das elektromagnetische Ventil ( $42$ ) legt, andererseits den ersten Zähler ( $Z2$ ) — zur Ermittlung der Zeit ( $t_A$ ) — und mittelbar über die zweite bistabile Kippstufe ( $K2$ ) den ersten Zähler ( $Z1$ ) — zur Ermittlung der Zeit ( $t_{TA}$ ) — startet und schließlich nach Zeitverzögerung (Totzeit  $t_T$ ) über einen Schalter ( $S3$ ) die differenzierten Stromwerte des elektromagnetischen Ventils ( $42$ ) je einem ersten Schwellwertschalter ( $SW1$ ) und einem zweiten Schwellwertschalter ( $SW2$ ) zuleitet, denen je ein Schmitt-Trigger ( $TR1$ ) bzw. ( $TR2$ ) nachgeschaltet ist, deren Ausgangssignale die erste bistabile Kippstufe ( $K1$ ) bzw. die zweite bistabile Kippstufe ( $K2$ ) zurücksetzen.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, gekennzeichnet durch je eine Filterschaltung ( $F1$ ) bzw. ( $F2$ ) zur Abtrennung der Anstiegs- bzw. Abstiegsflanke des Ansteuerimpulses ( $43$ ) zur Ansteuerung des elektromagnetischen Ventils ( $42$ ), durch je einen Schmitt-Trigger ( $TR2$ ) und einen Zähler ( $Z2$ ), denen zum Nullsetzen die von Filter ( $F1$ ) abgetrennte Anstiegsflanke des Ansteuerimpulses ( $43$ ) zugeleitet wird, sowie eine von der Abstiegsflanke des Ansteuerimpulses ( $43$ ) über Filter ( $F2$ ) beaufschlagte bistabile Kippstufe ( $K1$ ), die zeitverzögert (Totzeit  $t_T$ ) einerseits das elektromagnetische Ventil ( $42$ ) über einen Schalter ( $S2$ ) mit der Resterregungsspannung ( $u_R$ ) und andererseits durch Betätigung eines weiteren Schalters ( $S3$ ) einen vom Schmitt-Trigger ( $TR2$ ) gefolgten Schwellwertschalter ( $SW2$ ) mit dem differenzierten Strom des Ansteuerungsstroms des elektromagnetischen Ventils ( $42$ ) beaufschlagt, wobei das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers ( $TR2$ ) zwecks deren Rücksetzung an den Rücksetzeingang der bistabilen Kippstufe ( $K1$ ) zurückgeführt ist.

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ansteuerung des elektromagnetischen Ventils ( $42$ ) drei Spannungsquellen mit den Spannungswerten ( $u_H$ ,  $u_{R1}$ ,  $u_{R2}$ ) vorgesehen sind, wobei die erste Spannungsquelle (Spannungswert  $u_H$ ) unmittelbar durch den Ansteuerimpuls ( $43$ ) und für dessen Dauer über einen ersten Schalter ( $S1$ ) an das elektromagnetische Ventil ( $42$ ) legbar ist, während zur Verbindung des elektromagnetischen Ventils ( $43$ ) mit der zweiten Spannungsquelle (Spannungswert  $u_{R1}$ ) eine von der Abstiegsflanke des Ansteuerimpulses ( $43$ ) betätigbare einen zweiten Schalter ( $S2$ ) schließende Kippstufe ( $K1$ ) vorgesehen ist und wobei zur Anschaltung des elektromagnetischen Ventils ( $42$ ) an die dritte Spannungsquelle (Spannungswert  $u_{R2}$ )

über einen dritten Schalter eine weitere bistabile Kippstufe ( $K3$ ) vorgesehen ist, die nach Rückstellung der ersten bistabilen Kippstufe ( $K1$ ) durch ein Ausgangssignal des auf den Schwellwertschalter ( $SW1$ ) folgenden Schmitt-Trigger ( $TR1$ ) durch das gleiche jedoch zeitverzögert (Verzögerungszeit  $t_3$ ) zugeführte Signal gesetzt wird und dabei den Schalter ( $S4$ ) schließt.

#### Beschreibung

#### Stand der Technik

Bei schnellschaltenden Magnetventilen, die beispielsweise für die Steuerung von Dieseleinspritzpumpen verwendet werden, ist es notwendig, den Öffnungs- und Schließzeitpunkt sowie das Öffnungsende der Ventila-  
 15 del möglichst genau einzuhalten, um die Menge des zugeführten Kraftstoffs möglichst präzise zu bestimmen. Zur Erzielung besonders kurzer Abschaltzeiten (Öffnen) wird dabei der Erregerstrom des elektromagnetisch betätigten Ventils ausgehend vom Haltestromwert  
 20 möglichst schnell abgesenkt und zur Überwindung des nachteiligen magnetischen Klebens sogar kurzzeitig in den negativen Bereich hinein zwangsgesteuert. Die Erkennung des Schließzeitpunktes aus dem Strom- und/oder Spannungsverlauf am erregten Ventil ist relativ  
 25 einfach, da in diesem Fall eine große Geschwindigkeitsänderung der Ventila- mit relativ kleinem Luftspalt und starker Erregung des Magnetkreises auftritt, aus der eine sicher auswertbare Induktionsänderung resultiert. Die Auswertung des Öffnungsvorgangs ist demge-  
 30 genüber wesentlich unsicherer, da ein Anschlag bei großem Luftspalt erfolgt und die Erregung wegen des Stromabbaues wesentlich geringer ist. Bei sehr schnell schaltenden Ventilen ist der Erregungsstrom vielfach  
 35 bereits vor der einsetzenden Nadelbewegung oder spätestens während derselben auf Null abgebaut, so daß eine Auswertung des Öffnungsvorgangs anhand charakteristischer Strom- oder Spannungswerte überhaupt  
 40 nicht mehr möglich ist.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegen-  
 45 über den Vorteil, daß auch das Abschaltverhalten des elektromagnetischen Ventils anhand des charakteristischen Strom- bzw. Spannungsverlaufs auf einfache Weise feststellbar ist, so daß die Funktionsabläufe der  
 50 Brennkraftmaschine auch präziser steuerbar sind.

In den Unteransprüchen werden Weiterbildungen des Verfahrens bzw. Schaltungsanordnungen zur Durchführung des Verfahrens angegeben.

#### Zeichnung

Das Verfahren und zur Durchführung des Verfahrens geeignete Schaltungsanordnungen sind anhand der  
 55 Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine Kraftstoffeinspritzpumpe in vereinfachter Darstellung, Fig. 2 ein Erregungsstrom, Erregungsspannung und Weg der Ventila-  
 60 del darstellendes Diagramm bei herkömmlicher Ansteuerung eines Ventils, Fig. 3 ein Diagramm, das den Erregerstrom, den Weg der Ventila- und den Verlauf der Erregerspannung jeweils als  
 65 Funktion der Zeit bei Anwendung des erfindungsgemä-

Ben Verfahrens darstellend. Fig. 4 in Blockschaltbild ein r  
 Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, Fig. 5 und Fig. 6 weitere  
 Diagramme der im Zusammenhang mit Fig. 3 näher be-  
 5 zeichneten Art zur Erläuterung von Weiterbildungen der Erfindung sowie Fig. 7, Fig. 8 und Fig. 9 je eine  
 Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei der in Fig. 1 beispielsweise dargestellten Kraftstoffeinspritzpumpe ist in einem Gehäuse 1 eine Buchse 2 angeordnet, in der ein Pumpenkolben 3 eine hin- und hergehende und gleichzeitig rotierende Bewegung aus-  
 15 führt. Der Pumpenkolben 3 ist durch einen Nockentrieb 4 über eine Welle 5 angetrieben, welche synchron zu der Drehzahl der von der Einspritzpumpe mit Kraftstoff versorgten Brennkraftmaschine rotiert. Die Stirnfläche des Pumpenkolbens 3 und die Buchse 2 begrenzen einen  
 20 Pumpenarbeitsraum 6, der über einen Versorgungskanal 7 mit einem Saugraum 8 im Gehäuse 1 der Kraftstoffeinspritzpumpe verbunden ist. Der Saugraum 8 wird beispielsweise über eine Förderpumpe 9 mit Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter 10 versorgt. Aus dem  
 25 Pumpenarbeitsraum 6 wird über eine Längs- und Verteilernut 11 des Pumpenkolbens 3 der Kraftstoff bei entsprechender Drehstellung des Pumpenkolbens 3 zu Druckleitungen 12 verteilt, die über die Buchse 2 und das Gehäuse 1 zu Einspritzdüsen 13 an der Brennkraft-  
 30 maschine führen. Vom Pumpenarbeitsraum 6 zweigt an einer durch den Pumpenkolben 3 nicht beeinflussbaren Stelle ein Entlastungskanal 16 ab, der andererseits auf die Saugseite des Pumpenkolbens 3 geführt ist und beispielsweise in den Versorgungskanal 7 mündet. In dem  
 35 Entlastungskanal befindet sich ein Ventilsitz 17, mit dem eine Ventila- zusammenarbeitet, die als Teil einer elektromagnetisch betätigbaren Steuervorrichtung 20, insbesondere eines elektromagnetischen Ventils dient und den Querschnitt des Entlastungskanals je nach An-  
 40 steuerung öffnet oder schließt. Die Ansteuerung der Steuervorrichtung 20 erfolgt durch ein elektronisches Steuergerät 21 in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Last 22, Drehzahl 23, Temperatur 24 u. a. Durch die Steuervorrichtung 20 werden in bekannter  
 45 Weise während des Förderhubs des Pumpenkolbens 3 Beginn und Ende der Kraftstoffzufuhr durch die Kraftstoffpumpe bestimmt. In nicht erregtem Zustand der Steuervorrichtung 20 ist beispielsweise die Ventila-  
 50 del vom Ventilsitz abgehoben und damit der Entlastungskanal 16 geöffnet, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 6 kein zur Öffnung der Einspritzdüsen 13 ausreichender Druck aufbauen kann. Durch Erregung der  
 55 Steuervorrichtung 20 wird die Ventila- zum Ventilsitz 17 hin bewegt und verschließt diesen. Daraufhin baut sich im Pumpenarbeitsraum 6 ein Druck auf und Kraftstoff gelangt über die Verteilernut 11 zu den Einspritzdüsen 13. Die Entregung der Steuervorrichtung 20 ist gleichbedeutend dem Förderende, da hierdurch der  
 60 Ventilsitz 17 wieder ganz geöffnet wird und ein Druckabfall im Pumpenarbeitsraum erfolgt.

Die in Fig. 2, Fig. 3, Fig. 5 und Fig. 6 dargestellten Diagramme zeigen jeweils ausschnittsweise, d. h. lediglich über einen bestimmten Zeitabschnitt, den zeitlichen Verlauf von Erregerstrom  $i$ , Erregerspannung  $u$  sowie den Weg  $w$  der Ventila- des elektromagnetischen Ventils. Das Diagramm nach Fig. 2 zeigt diese Größen

bei dem herkömmlichen Verfahren zur Steuerung der Entregungszeit. Aus der Darstellung des Stromverlaufs  $i = i(t)$  geht deutlich hervor, daß der Erregerstrom zunächst auf einen dem Haltestrom  $i_H$  entsprechenden relativ hohen Wert eingestellt ist, dann aber zur Erzielung kurzer Abschaltzeiten (Öffnen) in einem steilen Kurvenverlauf sehr schnell abgebaut und zur Reduzierung des magnetischen Klebens sogar kurzzeitig in den negativen Bereich zwangsgesteuert wird.

Im unteren Teil des Diagramms nach Fig. 2 ist die entsprechende Erregerspannung  $u = u(t)$  dargestellt. Der mittlere Bereich des Diagramms nach Fig. 2 zeigt weiter den Weg der Ventilmadel 18 als Funktion der Zeit  $t$ . Ein Vergleich der Stromkurve  $i = i(t)$  mit der im mittleren Bereich des Diagramms nach Fig. 2 dargestellten Wegekurve läßt deutlich erkennen, daß der Strom  $i$  ausgehend vom Haltestrom  $i_H$  bereits schon vor dem Öffnungsbeginn der Ventilmadel auf Null abgebaut worden ist. Eine Kontrolle des Öffnungsvorgangs etwa anhand charakteristischer Strom- und/oder Spannungswerte im Bereich des elektromagnetischen Ventils ist daher nicht mehr möglich.

Anhand der Diagramme von Fig. 3 werden die entsprechenden Kurvenverläufe bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert. Die Darstellung des Erregerstroms  $i = i(t)$  im oberen Bereich von Fig. 3 läßt erkennen, daß der Strom  $i$  ausgehend vom relativ hohen Niveau des Haltestroms  $i_H$  in einem steilen Kurvenverlauf sehr stark abgesenkt wird, jedoch nur bis zu einem von Null verschiedenen noch im positiven Bereich liegenden Strom  $i_R$ , der für eine Zeit  $t_R$  aufrechterhalten wird. Der Wert des Stroms  $i_R$  wird dabei derart niedrig gewählt, daß die daraus resultierende Magnetkraft geringer ist als die auf die Ventilmadel einwirkende Druckkraft. Aufgrund der durch den Strom  $i_R$  vorgegebenen konstanten Resterregung tritt jedoch durch die Gegeninduktion während der Bewegung der Ventilmadel eine entsprechende Stromänderung auf, aus der durch Differenzieren Öffnungsbeginn und -ende auf relativ einfache Weise ermittelt werden können. Alternativ kann auch bei eingepprägtem Strom die entstehende Spannungsänderung ausgewertet werden. Voraussetzung für die Erkennung des Öffnungsbeginns der Ventilmadel nach der zuvor beschriebenen Weise ist jedoch weiterhin, daß der Strom  $i$  zu diesem Zeitpunkt schon auf das niedrigere Niveau  $i_R$  abgebaut worden ist. Dies ist in der Praxis ohne weiteres realisierbar, da der Abbau der Magnetkraft aufgrund des Einflusses von Wirbelströmen dem Stromabbau nur verzögert folgt. Erst nach Erreichen des Öffnungsendes, also nach dem Zeitpunkt  $t_E$  wird der Strom  $i$  endgültig auf Null abgebaut.

Im unteren Diagramm der Fig. 3 ist wiederum der Spannungsverlauf  $u = u(t)$  für dieses Ausführungsbeispiel dargestellt.

Das vorgeschriebene erfindungsgemäße Verfahren führt allerdings zu einer geringen Verlängerung der Öffnungszeit, die jedoch in der Praxis ohne weiteres in Kauf genommen werden kann, da durch die präzise Erkennung des Öffnungsverlaufs nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auftretende Streuungen und Drifteinflüsse auf einfache Weise kompensiert werden können. Wenn jedoch bei besonders hohen Anforderungen an den Präzision gelegentlich auch noch die geringfügige Verlängerung der Öffnungsdauer vermieden werden soll, kann dies auf einfache Weise durch eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung erreicht werden. Dies wird anhand der Diagramme von Fig. 5 erläutert. Gemäß dem oberen Diagramm der Fig. 5 wird der Strom

$i = i(t)$  zur Einstellung des Öffnungsvorgangs der Ventilmadel sehr schnell auf Null abgesenkt oder sogar kurzzeitig in den negativen Bereich umgesteuert, um dann wieder, während die Ventilmadel 18 sich schon in Bewegung gesetzt hat, auf einen bestimmten positiven Wert  $i_R$  angehoben zu werden. Da die Anhebung des Stroms  $i$  auf den Wert  $i_R$  zu einem Zeitpunkt erfolgt, in dem die Geschwindigkeit der Ventilmadel und der Luftspalt bereits relativ groß sind, ist der Einfluß dieser Maßnahme auf die Öffnungszeit vernachlässigbar gering. Die präzise Auswertung des Öffnungsendes erfolgt in der zuvor schon beschriebenen Weise. Durch die verzögerte Anhebung des Stroms  $i$  auf den Wert  $i_R$  kann jetzt eine noch stärkere Resterregung gewählt werden, die wiederum auf vorteilhafte Weise zu einem größeren auswertbaren Nutzsignal führt. In dem letztgenannten Ausführungsbeispiel der Erfindung findet nur eine Auswertung des Öffnungsendes der Ventilmadel statt.

Für den Fall, daß in bestimmten Anwendungsfällen auch noch Wert auf die präzise Auswertung des Öffnungsbeginns der Ventilmadel Wert gelegt wird, bietet sich eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens an, die anhand der Diagramme von Fig. 6 erläutert wird.

Der Unterschied zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel liegt im wesentlichen darin, daß der Strom  $i = i(t)$  ausgehend vom Niveau des Haltestroms  $i_H$  zunächst wie im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 schnellstmöglich auf einen bestimmten positiven Restwert  $i_R$  abgesenkt, für eine Zeit lang auf diesem Niveau gehalten, danach auf Null oder ins Negative abgesenkt und schließlich wieder auf einen höheren positiven Wert, beispielsweise das Niveau von  $i_R$  angehoben wird. Diese Maßnahmen stellen sicher, daß an der Erreger- spule der elektromagnetischen Einrichtung Strom- und/oder Spannungsänderungen auftreten, die einer leichten Auswertung zugänglich sind.

Eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Form eines Blockschaltbildes schematisch in Fig. 4 dargestellt. Über ein Kennfeld 40 und eine Endstufe 41 erfolgt die Ansteuerung des elektromagnetischen Ventils 42. Über das der Endstufe 41 vom Kennfeld 40 zugeleitete Ansteuersignal 43 wird gleichzeitig eine Auswerteschaltung 44 aktiviert, die sowohl die Schließbewegung als auch die Öffnungsbewegung des elektromagnetischen Ventils 42 erfaßt. Entsprechend der positiven oder negativen Flanke des Signals ist entweder die Zuordnung von Schließ- bzw. Öffnungsvorgang möglich. Besonders zweckmäßig ist eine Aktivierung der Auswerteschaltung 44 nur innerhalb eines willkürlich vorgebbaren Zeitfensters, um Störungseinflüsse zu vermindern. Die in der Auswerteschaltung 44 ausgewerteten Größen  $t_E$ ,  $t_{TA}$  und  $t_A$  werden dem Kennfeld 40 zugeleitet und mit dort abgespeicherten Sollwerten verglichen. Bei festgestellten Abweichungen von den Sollwerten wird zur präzisen Bemessung der zugeführten Kraftstoffmenge die Öffnungsdauer des elektromagnetischen Ventils 42 über die Endstufe 41 entsprechend korrigiert. Hierin bedeuten  $t_{TA}$  die Ausschalttotzeit, also die Zeitdauer, die von der Ausschaltimpulsflanke bis zum Öffnungsbeginn der Ventilmadel verstreicht;  $t_A$  die Ausschaltzeit, also den Zeitablauf von der Ausschaltimpulsflanke bis zum Öffnungsende der Ventilmadel sowie  $t_E$  die Einschaltzeit, d. h. die Zeitdauer von der Einschaltimpulsflanke bis zum Schließzeitpunkt der Ventilmadel.

In Fig. 7, Fig. 8 und Fig. 9 sind Schaltungsanordnungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfah-

rens dargestellt. Die Schaltungsanordnung nach Fig. 7 ermöglicht dabei eine Ansteuerung des elektromagnetischen Ventils 42 (MV) entsprechend dem anhand von Fig. 3 erläuterten Verfahren. Über den von Kennfeld 40 abgegebenen Ansteuerimpuls 43 wird der Schalter  $S1$  für die Dauer des Ansteuerimpulses geschlossen. Dadurch wird die Spannung  $U_H$  an das elektromagnetische Ventil 42 gelegt, so daß dieses mit dem Haltestrom  $i_H$  beaufschlagt wird. Mittels der Anstiegsflanke des Ansteuerimpulses 43 erfolgt gleichzeitig die Nullsetzung der Schmitt-Trigger  $TR1$  und  $TR2$  sowie der Zähler  $Z1$  und  $Z2$ . Ein Filter  $F1$  verhindert, daß sich die Abschaltflanke des Ansteuerimpulses 43 auf  $TR1$  und  $TR2$  sowie die Zähler  $Z1$  und  $Z2$  auswirkt. Ein weiteres Filter  $F2$  unterdrückt die Anstiegsflanke des Ansteuerimpulses 43 und läßt nur die Abschaltflanke des Ansteuerimpulses 43 passieren, die die bistabile Kippstufe  $K1$  setzt. Das Ausgangssignal der bistabilen Kippstufe  $K1$  schließt den Schalter  $S2$  und legt die Spannung  $u_R$  (Resterregungsspannung) an das elektromagnetische Ventil 42, das jetzt mit dem Resterregungsstrom  $i_R$  beaufschlagt wird. Gleichzeitig werden ein Schalter  $S3$  und über eine weitere bistabile Kippstufe  $K2$  die Zähler  $Z1$  und  $Z2$  aktiviert. Schalter  $S3$  spricht dabei erst nach einer vorgebbaren Totzeit  $t_1$  an. Diese Totzeit ist so gewählt, daß der Resterregungsstrom  $i_R$  nach ihrem Ablauf einen stationären Wert erreicht hat. Über einen Differentiator  $D$  wird der das Magnetventil 42 beaufschlagende Strom  $i = i(t)$  differenziert. Ein sich daraus ergebender positiver Schwellwert am Schwellwertschalter  $SW1$  aktiviert den Schmitt-Trigger  $TR1$ , was zu einem Zurücksetzen der bistabilen Kippstufe  $K2$  und zu einem Stoppen des Zählers  $Z1$  führt. Dieser Zähler  $Z1$  ermittelt die Ausschalttotzeit  $t_{TA}$  also die Zeitdauer, die von der Ausschaltimpulsflanke bis zum Öffnungsbeginn der Ventilonadel 18 verstreicht. Wenn aus dem differenzierten Strom des elektromagnetischen Ventils 42 ein negativer Schwellwert am Schwellwertschalter  $SW2$  ansteht, wird der Schmitt-Trigger  $TR2$  aktiviert, der seinerseits die bistabile Kippstufe  $K1$  rücksetzt und dadurch den Zähler  $Z2$  stoppt. Zähler  $Z2$  zeigt die Ausschaltzeit  $t_A$  an. Gleichzeitig wird Schalter  $S2$  geöffnet und damit das elektromagnetische Ventil 42 entregt.

Die Schaltungsanordnung nach Fig. 8 ist geeignet zur Durchführung des Verfahrens, das anhand der Diagramme von Fig. 5 weiter oben erläutert worden ist. Abweichend zur Wirkungsweise der zuvor beschriebenen Schaltungsanordnung nach Fig. 7 wird jetzt nur die Zeit  $t_A$  ausgewertet. Die Resterregungsspannung  $u_R$  wird über den Schalter  $S2$  dem elektromagnetischen Ventil 42 erst nach Ablauf eines Zeitintervalls  $t_{T2}$  zugeführt. Auch der von Differenzierer  $D$  differenzierte Strom des elektromagnetischen Ventils 42 wird den Elementen der Auswerteschaltung, nämlich dem Schwellwertschalter  $SW2$ , dem Schmitt-Trigger  $TR2$ , der bistabilen Kippstufe  $K1$  und dem Zähler  $Z2$  über den Schalter 3 erst nach Ablauf der Zeit  $t_{T2}$  zugeleitet.

Die Schaltungsanordnung nach Fig. 9 ermöglicht die Durchführung des anhand der Diagramme von Fig. 6 beschriebenen Verfahrens. Die Bestimmung von  $t_{TA}$  verläuft dabei im wesentlichen entsprechend der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 7. Lediglich des Zurücksetzen der bistabilen Kippstufe  $K1$  erfolgt jetzt über den Schmitt-Trigger  $TR1$ . Mit dem Rücksetzimpuls wird nach Ablauf einer Verzögerungszeit  $t_{T3}$  eine weitere bistabile Kippstufe  $K3$  gesetzt, die über das ODER-Glied  $O$  Schalter  $S3$  wieder schließt und über Schalter  $S4$  die Resterregungsspannung  $U_{R2}$  an das elektromagnetische

Ventil 42 legt. Dabei Abschalten der ersten Resterregungsspannung  $u_{R1}$  durch Rücksetzen der bistabilen Kippstufe  $K1$  der Zähler  $Z2$  nicht angehalten wird, ist über eine weitere bistabile Kippstufe  $K4$  eine Entkopplung vorgesehen. Nach dem Ansprechen des Schmitt-Trigger  $TR2$  werden die bistabilen Kippstufen  $K4$  und  $K3$  wieder zurückgesetzt.

- Leerseite -



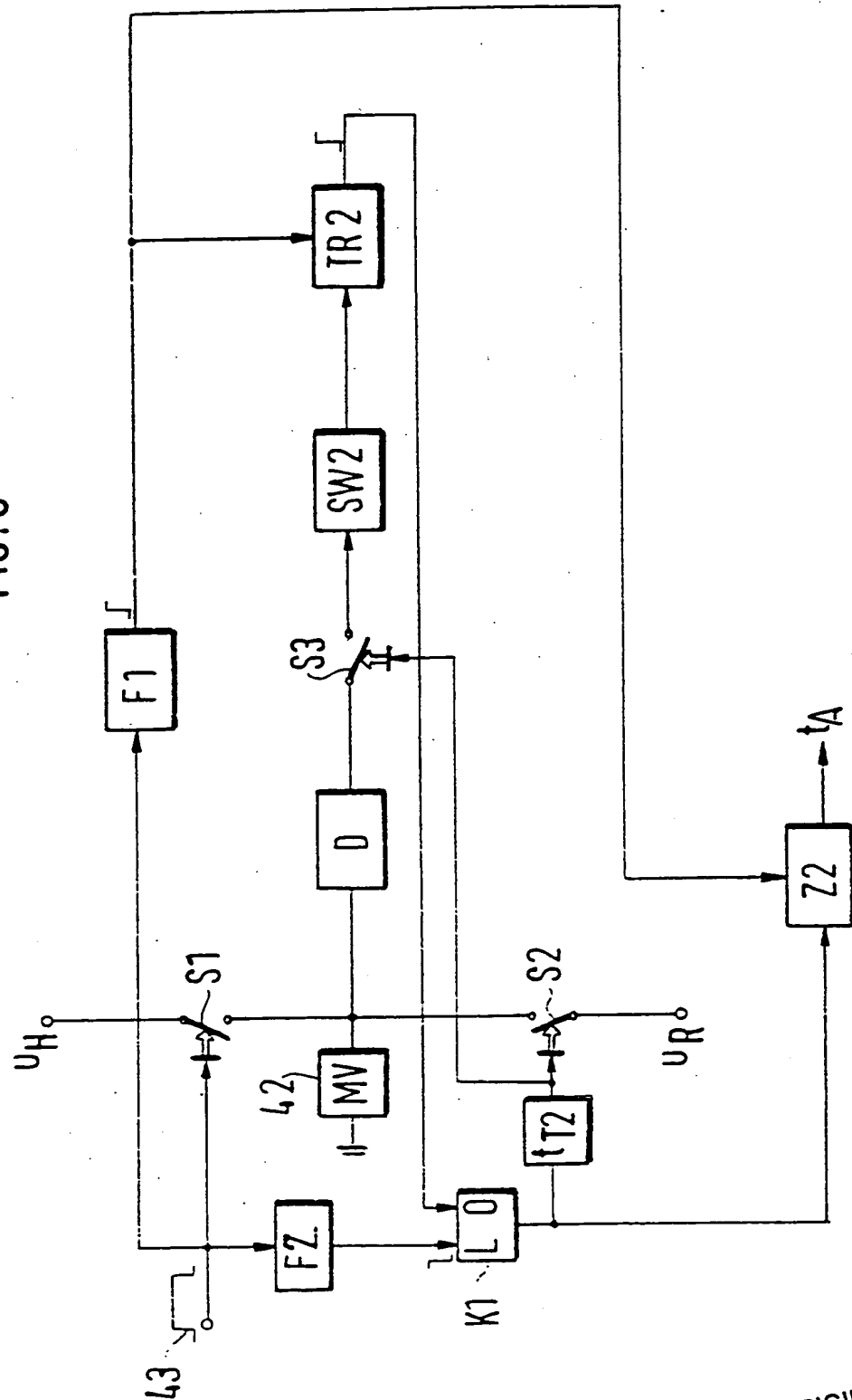


Verfahren zur Steuerung der Entregungszeit von elektromagnetischen Einrichtungen, insbesondere von elektromagnetischen Ventilen bei Bremskraftmaschinen

5/6

3609599

FIG. 8



BAD ORIGINAL

FIG. 7

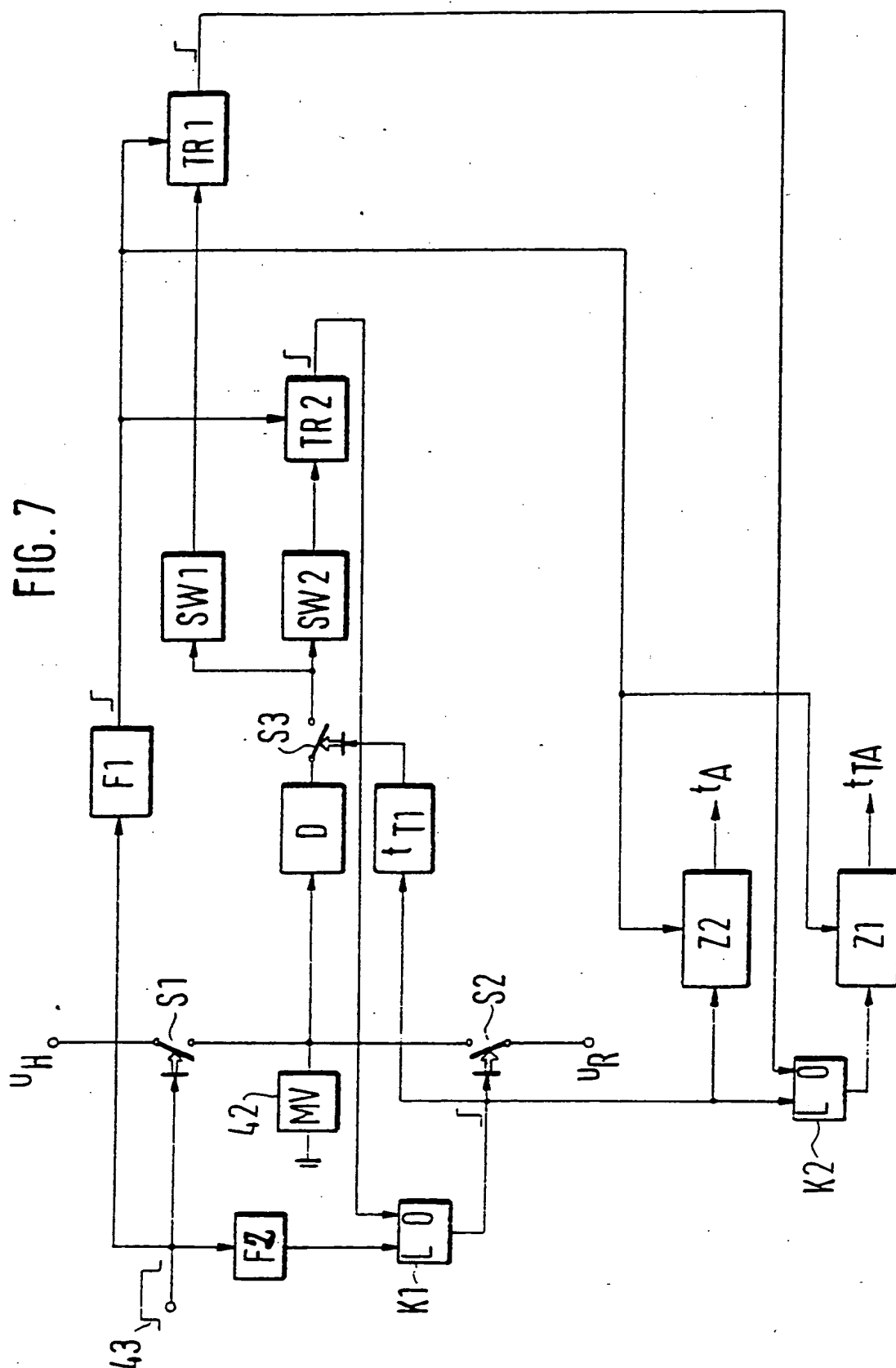


FIG. 5

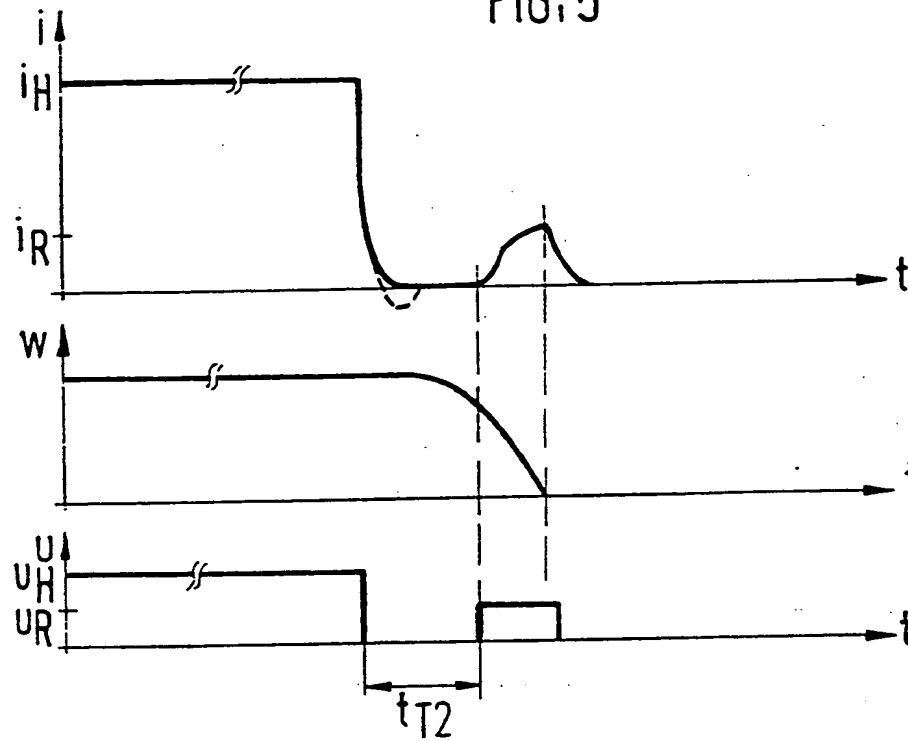


FIG. 6

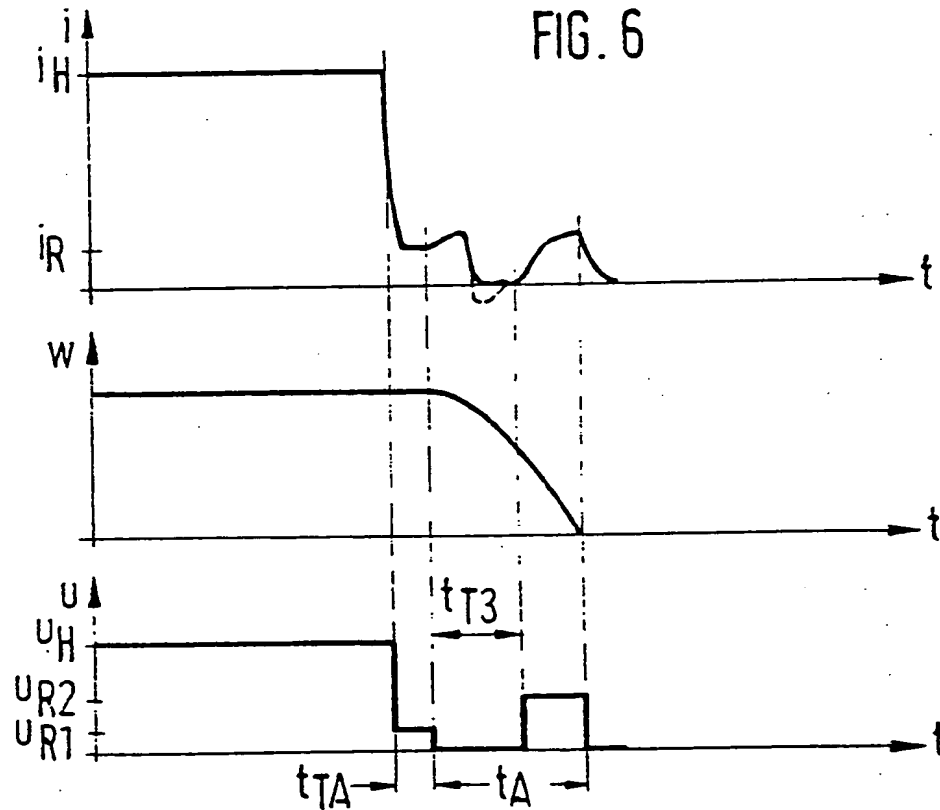


FIG. 2

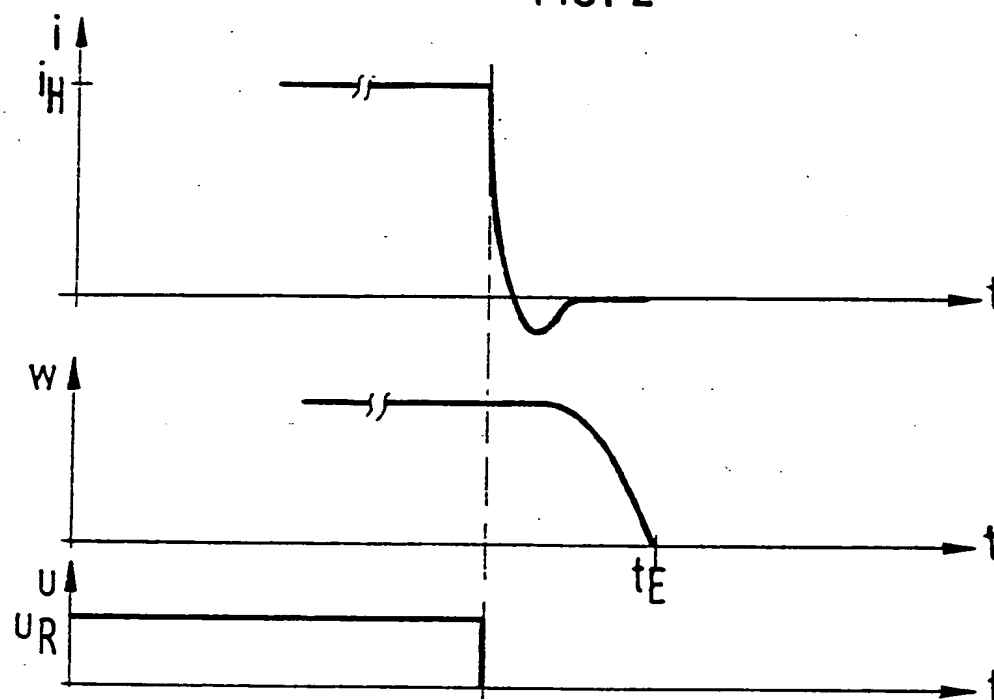


FIG. 3

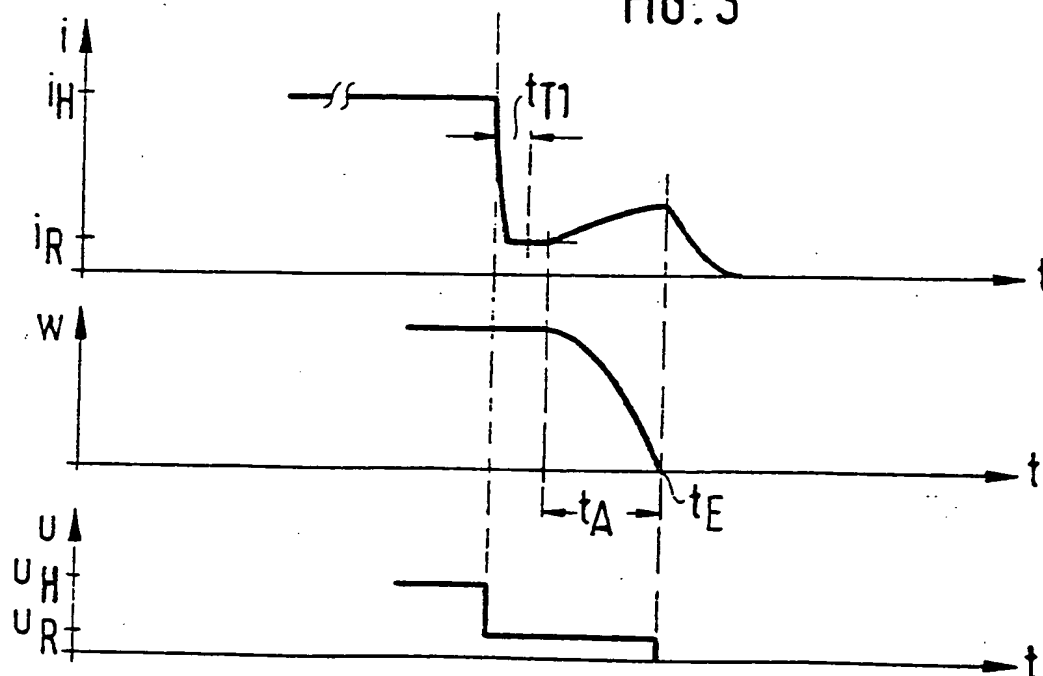


FIG. 1

The diagram shows a control system with the following components and connections:

- Block 40:** Receives two inputs,  $n_M$  and  $\alpha$ . Its output is a pulse signal  $43$ .
- Block 41:** Receives the pulse signal  $43$  and outputs a signal  $i$ .
- Block 42:** Receives the output of block 41.
- Block 44:** Receives two inputs: the signal  $i$  from block 41 and a feedback signal from block 46. It outputs a signal  $t_E, t_{TA}, t_A$ .
- Block 46:** Receives the feedback signal  $t_E, t_{TA}, t_A$  and outputs it back to block 40.